

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-266483

(43)Date of publication of application : 15.10.1993

(51)Int.Cl.

G11B 7/00  
G11B 20/14

(21)Application number : 04-064981

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 23.03.1992

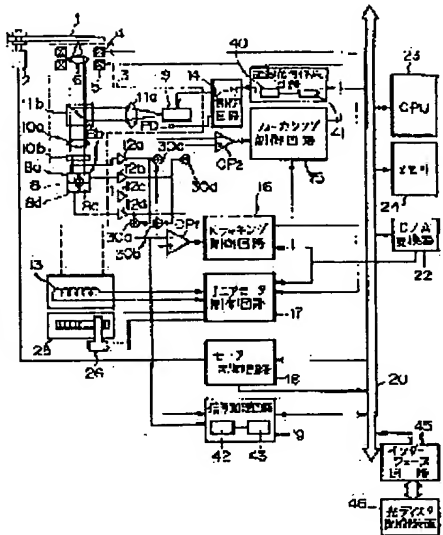
(72)Inventor : ANDO HIDEO

## (54) RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve recording capacity by using such a way that a binarization signal train is converted to a multi-valued signal level after it is converted to a code, a interval of a switching point of a signal level is changed and recorded on a recording medium, and this signal is detected and inversely converted, and the binarization signal train is demodulated.

**CONSTITUTION:** A binarization signal train is converted to a multi-valued signal level by a modulation circuit 40 of a recorded signal forming circuit with 1-7 or 2-7 code conversion system, also a interval of a switching point of a signal level variation is changed by a modulation circuit 41. This converted signal is recorded on a recording medium 1 via an optical system by driving a semiconductor laser oscillator 9 with a laser control circuit 14. Recorded information on the medium 1 is detected by an optical detector 8, and the binarization signal train is obtained by converting inversely (demodulation) an interval of a switching point of variation of each signal level with a demodulation circuit 42 and the multi-valued signal level with a demodulation circuit 43 in a signal processing circuit 19. Therefore, recording capacity on the medium 1 can be improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-266483

(43)公開日 平成5年(1993)10月15日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 7/00  
20/14

識別記号

Q 9195-5D  
3 4 1 A 8322-5D

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 21 頁)

(21)出願番号 特願平4-64981

(22)出願日 平成4年(1992)3月23日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 安東 秀夫

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社  
東芝柳町工場内

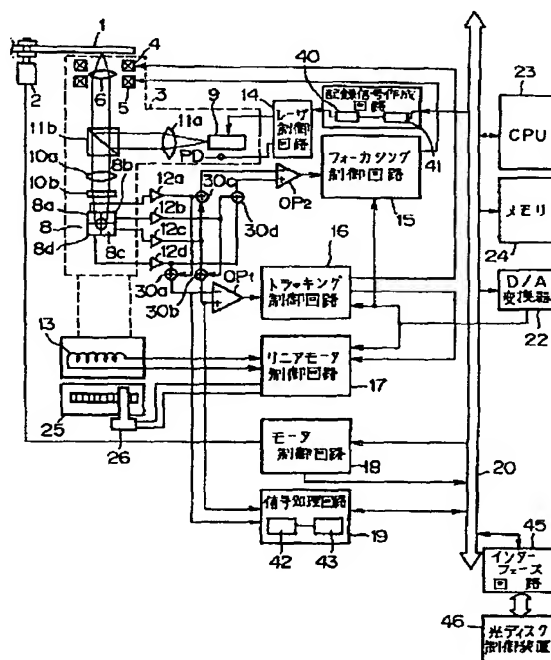
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 記録再生装置

(57)【要約】

【目的】この発明は、記録媒体1上の記録容量を向上させることができることを目的とする。

【構成】この発明は、2値化信号列としての記録信号列をコードに変換し、この変換されたコードを多値の信号レベルに変換しかつ信号レベルの変化の切替り目の間隔を変更し、この変換信号に応じて記録媒体1上に情報を記録し、記録媒体1上の情報に応じた信号を光検出器8で検出し、この検出信号から多値の信号レベルと信号レベルの変化の切替り目を判定し、この判定結果に応じて上記光検出器8の検出信号を2値化信号列としてのコードに変換するようにしたものである。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録媒体上に情報を記録し、この記録媒体上に記録されている情報を再生する記録再生装置において、

2 値化信号列を供給する供給手段と、  
この供給手段からの 2 値化信号列を多値の信号レベルに変換しかつ信号レベルの変化の切替り目の間隔を変更する第 1 の変換手段と、  
この第 1 の変換手段からの変換信号に応じて上記記録媒体上に情報を記録する記録手段と、  
上記記録媒体上の情報に応じた信号を検出する検出手段と、  
この検出手段の検出信号から多値の信号レベルと信号レベルの変化の切替り目を判定する判定手段と、  
この判定手段の判定結果に応じて上記検出手段の検出信号を 2 値化信号列としてのコードに変換する第 2 の変換手段と、  
を具備したことを特徴とする記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、たとえば情報の記録、再生を光ディスクに対して行う光ディスク装置などの記録再生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、記録媒体としての光ディスクに情報を記録する場合、記録情報を 1-7 コード変換方式により変調したコードデータが用いられ、この記録されたコードデータを 1-7 コード逆変換方式により復調された情報が再生されるようになっている。また、変調方式としては、他にも、2-7 コード変換方式による変調や FM 変調、MFM 変調が用いられるようになっている。

【0003】しかし、上記のような変調方式により光ディスクに記録する信号は 2 値信号であるため、光ディスクにおける記録容量を向上させることができないという問題がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来は、記録媒体上に記録する信号が 2 値信号であったため、記録容量を従来より大幅に大きくするには限界があるという問題があった。この発明は上記の点に鑑みてなされたもので、記録媒体上の記録容量を向上させることができる記録再生装置を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】この発明の記録再生装置は、記録媒体上に情報を記録し、この記録媒体上に記録されている情報を再生するものにおいて、2 値化信号列を供給する供給手段、この供給手段からの 2 値化信号列を多値の信号レベルに変換しかつ信号レベルの変化の切替り目の間隔を変更する第 1 の変換手段、この第 1 の変換手段からの変換信号に応じて上記記録媒体上に情報を

2

記録する記録手段、上記記録媒体上の情報に応じた信号を検出する検出手段、この検出手段の検出信号から多値の信号レベルと信号レベルの変化の切替り目を判定する判定手段、およびこの判定手段の判定結果に応じて上記検出手段の検出信号を 2 値化信号列としてのコードに変換する第 2 の変換手段から構成されている。

## 【0006】

【作用】この発明は、上記のような構成において、供給手段から供給される 2 値化信号列を多値の信号レベルに変換しかつ信号レベルの変化の切替り目の間隔を変更し、この変換信号に応じて記録媒体上に情報を記録し、記録媒体上の情報に応じた信号を検出手段で検出し、この検出信号から多値の信号レベルと信号レベルの変化の切替り目を判定し、この判定結果に応じて上記検出手段の検出信号を 2 値化信号列としてのコードに変換するようにしたものである。

## 【0007】

【実施例】以下、図面を参照してこの発明の一実施例について説明する。図 1 は、ディスク装置を示すものである。光ディスクなどで構成される記録媒体 1 の表面には、スパイラル状に溝（記録トラック）が形成されており、この記録媒体 1 は、モータ 2 によって例えば一定の速度で回転される。このモータ 2 は、モータ制御回路 18 によって制御されている。

【0008】上記記録媒体 1 に対する情報の記録再生は、光学ヘッド 3 によって行われる。この光学ヘッド 3 は、リニアモータ 31 の可動部を構成する駆動コイル 13 に固定されており、この駆動コイル 13 はリニアモータ制御回路 17 に接続されている。

【0009】なお、上記記録媒体 1 では穴開きによりピットを形成する記録膜が用いられているものであるが、相変化を利用している記録膜や多層記録膜のものをを用いても良い、また記録媒体として光磁気ディスク等を用いても良い。上記の場合、光学ヘッド等の構成も同様に変更される。

【0010】このリニアモータ制御回路 17 には、リニアモータ位置検出器 26 が接続されており、このリニアモータ位置検出器 26 は、光学ヘッド 3 に設けられた光学スケール 25 を検出することにより、位置信号を出力するようになっている。

【0011】また、リニアモータ 31 の固定部には、図示せぬ永久磁石が設けられており、上記駆動コイル 13 がリニアモータ制御回路 17 によって励磁されることにより、光学ヘッド 3 は、記録媒体 1 の半径方向に移動されるようになっている。

【0012】上記光学ヘッド 3 には、対物レンズ 6 が図示しないワイヤあるいは板ばねによって保持されており、この対物レンズ 6 は、駆動コイル 5 によってフォーカシング方向（レンズの光軸方向）に移動され、駆動コイル 4 によってトラッキング方向（レンズの光軸と直交

3

方向)に移動可能とされている。

【0013】また、レーザ制御回路14によって駆動される半導体レーザ発振器9より発生されたレーザ光は、コリメータレンズ11a、ハーフプリズム11b、対物レンズ6を介して記録媒体1上に照射され、この記録媒体1からの反射光は、対物レンズ6、ハーフプリズム11b、集光レンズ10a、およびシリンドリカルレンズ10bを介して光検出器8に導かれる。上記光検出器8は、4分割の光検出セル8a、8b、8c、8dによって構成されている。

【0014】上記光検出器8の光検出セル8aの出力信号は、増幅器12aを介して加算器30a、30cの一端に供給され、光検出セル8bの出力信号は、増幅器12bを介して加算器30b、30dの一端に供給され、光検出セル8cの出力信号は、増幅器12cを介して加算器30b、30cの他端に供給され、光検出セル8dの出力信号は、増幅器12dを介して加算器30a、30dの他端に供給されるようになっている。

【0015】上記加算器30aの出力信号は差動増幅器OP1の反転入力端に供給され、この差動増幅器OP1の非反転入力端には上記加算器30bの出力信号が供給される。これにより、差動増幅器OP1は、上記加算器30a、30bの差に応じてトラック差信号をトラッキング制御回路16に供給するようになっている。このトラッキング制御回路16は、OP1から供給されるトラック差信号に応じてトラック駆動信号を作成するものである。

【0016】上記トラッキング制御回路16から出力されるトラック駆動信号は、前記トラッキング方向の駆動コイル4に供給される。また、上記トラッキング制御回路16で用いられたトラック差信号は、リニアモータ制御回路17に供給されるようになっている。

【0017】また、上記加算器30cの出力信号は差動増幅器OP2の反転入力端に供給され、この差動増幅器OP2の非反転入力端には上記加算器30dの出力信号が供給される。これにより、差動増幅器OP2は、上記加算器30c、30dの差に応じてフォーカス点に関する信号をフォーカシング制御回路15に供給するようになっている。このフォーカシング制御回路15の出力信号は、フォーカシング駆動コイル5に供給され、レーザ光が記録媒体1上で常時ジャストフォーカスとなるように制御される。

【0018】上記のようにフォーカシング、トラッキングを行なった状態での光検出器8の各光検出セル8a、～8dの出力の和信号、つまり加算器30a、30bからの出力信号は、トラック上に形成されたピット(記録情報)からの反射率の変化が反映されている。この信号は、信号処理回路19に供給され、この信号処理回路19において記録情報、アドレス情報(トラック番号、セクタ番号等)が再生される。また、レーザ制御回路14

4

の前段には記録信号作成回路44が設けられている。この記録信号作成回路44には、記録信号を1-7コード変換方式や2-7コード変換方式で変換(変調)する変調回路40と、変調回路40からの1-7コードや2-7コードを多値の信号レベルでかつ信号レベルの変化の切替り目の間隔を変更する変調回路41とを有しており、また信号処理回路19には、再生信号をその信号レベルと信号レベルの変化の切替り目の間隔により1-7コードや2-7コードに変換する復調回路42と、復調回路42からの1-7コードや2-7コードを逆変換(復調)して再生信号を得る復調回路43とを有している。

【0019】この信号処理回路19で再生された再生信号(再生情報)はインターフェース回路45を介して外部装置としての記録媒体制御装置46に出力されるようになっている。

【0020】以上、信号処理回路19と記録信号作成回路44内には、1-7コードや2-7コードへの変調回路40と復調回路43が存在しているが、これは必ずしも必要ではなく、インターフェース回路70を通った2値信号列を直接多値信号に変調もしくは復調することができる。

【0021】また、このディスク装置にはそれぞれフォーカシング制御回路15、トラッキング制御回路16、リニアモータ制御回路17とCPU23との間で情報の授受を行うために用いられるD/A変換器22が設けられている。

【0022】また、上記トラッキング制御回路16は、上記CPU23からD/A変換器22を介して供給されるトラックジャンプ信号に応じて対物レンズ6を移動させ、1トラック分、ビーム光を移動させるようになっている。

【0023】上記レーザ制御回路14、フォーカシング制御回路15、トラッキング制御回路16、リニアモータ制御回路17、モータ制御回路18、信号処理回路19、記録信号作成回路44等は、バスライン20を介してCPU23によって制御されるようになっており、このCPU23はメモリ24に記憶されたプログラムによって所定の動作を行うようになっている。

【0024】次に、この発明の特徴について説明する。図2は変調回路40からのコードの2値化信号列に対し、この発明の変調方式により変調後の信号例を示すものである。

【0025】この発明の第1の特徴は信号レベルを多値に量子化する所にある。例えば存在可能な信号レベル範囲を3領域に分割し、各信号領域の範囲内の信号レベルをA、B、Cと設定する。信号レベルは時間と共に変化し、信号レベルの切替り目を有する。各信号レベルの切替り目ごとの間隔(シリアルデータ上では時間間隔を表し、記録媒体1上では空間的間隔を表している)は位置

5

により変化し、この各切替り目間の間隔にも情報を持たせたことがこの発明の第 2 の特徴となっている。記録媒体 1 からの再生信号として図 2 のような信号波形が得られた場合、この再生信号レベルの違いは穴あきによりビットを形成する記録膜の場合にはビットの幅の違いを意味し、相変化を利用している記録膜の場合には結晶化率または非晶率化の違い、多層記録膜の場合には記録された層の数の違いを、光磁気ディスクの場合には磁化率の量の違いを表している。いずれの場合でも記録時のレーザ光量や、記録パルス幅を変えることにより記録媒体 1 の記録膜上に上記のような多値信号を記録することがで

【0026】この発明の復調回路 4 2 は、記録媒体 1 から図 2 に示すような多値信号（つまり加算器 3 0 a、3 0 b からの出力により得られた再生信号）を 2 値化信号列に戻すものであり、図 3 に示すように、信号波形変換部 5 1、信号レベル切替りタイミング検出部 5 2、多値レベル判定部 5 3、および信号合成部 5 4 によって構成されている。信号波形変換部 5 1 は供給される再生信号に対して信号検出や信号処理をしやすいように信号波形の修正を行うものであり、具体的には再生信号の最大振幅が変動したときの補正や必要以上に周波数の高いノイズ成分を除去したり逆に信号成分を含む周波数成分のみを増幅するものである。上記信号レベル切替りタイミング検出部 5 2 は、再生信号の信号レベルを検出するものである。上記多値レベル判定部 5 3 は、再生信号の信号レベルの切替り目の位置を検出するものである。上記信号合成部 5 4 は、上記信号レベル切替りタイミング検出部 5 2 と上記多値レベル判定部 5 3 の検出結果に合わせ

て 2 値化信号列を合成するものである。【0027】また、上記復調回路 4 2 に対するこの発明の変調回路 4 1 は、2 値化信号列の持つ情報を信号レベルもしくは信号レベル変化量に持たせる情報と信号レベルの変化の切替り目の間隔に持たせる情報に分け、それぞれ情報に合わせて信号を作成するものであり、図 4 に示すように、変調信号作成部 6 1、信号レベル切替りタイミング作成部 6 2、および多値レベル値決定部 6 3 によって構成されている。上記変調信号作成部 6 1 は、2 値化信号列の持つ情報を信号レベルもしくは信号レベル変化量に持たせる情報と信号レベルの変化の切替り目の間隔に持たせる情報に分けるものである。上記信号レベル切替りタイミング作成部 6 2 は、上記変調信号作成部 6 1 からの変調信号により信号レベルの切替りタイミングを作成するものである。上記多値レベル値決定部 6 3 は、上記変調信号作成部 6 1 からの変調信号により多値レベル値を決定するものである。

【0028】上記信号レベル切替りタイミング作成部 6 2 と多値レベル値決定部 6 3 とにより作成された信号により、上記レーザ制御回路 1 4 が作動されるようになっている。この発明の 2 値化信号列から多値信号に変換す

6

る変調方式を分類すると以下ようになる。

【0029】(1) 2 値化信号列の並び方の特徴を分類し、その分類情報を“量子化された信号レベルもしくは信号レベル変化量”“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”の内のどちらかあるいは両者の組合せの値に対応させる。

【0030】(1-1) 2 値化信号列の中の特徴のある部分をとりえ、複数ビット毎に複合信号としてブロック化する。そのブロック内で各ビットの並び方の特徴を分類し、その分類情報を“量子化された信号レベルもしくは信号レベル変化量”に対応させる。そしてブロック化した複合信号の開始位置を“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”で表示する。

【0031】(1-2) 2 値化信号列の中の特徴のある部分をとりえ、複数ビット毎に複合信号としてブロック化する。そのブロック内で各ビットの並び方の特徴を分類し、その分類情報を“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”に持たせる。そしてブロック化した複合信号の開始位置を“量子化された信号レベルもしくは信号レベル変化量”で表す。

【0032】(1-3) 2 値化信号列を固定された周期毎に複合信号としてブロック化する。そのブロック内での各ビットの並び方の組み合わせをそれぞれ“量子化された信号レベルもしくは信号レベル変化量”と“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”の組合せに対応させる。

【0033】(2) 2 値化信号列の隣接する“1”同士の間隔、あるいは“0”同士の間隔を“量子化された信号レベルもしくは信号レベル変化量”と“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”の組合せで表現する。

【0034】(3) 2 値化信号列を複数の並列した 2 値化信号列に変換し、同期した時刻での各 2 値化信号の組合せ（複数の並列した 2 値化信号列に対し行方向の組合せ）と“量子化された信号レベルもしくは信号レベル変化量”と“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”の組合せを対応させ、多値信号列に変換する。

【0035】(4) 2 値化信号列を 2 列の並列した 2 値化信号列に変換し、一方の 2 値化信号列の隣接する“1”同士の間隔・あるいは“0”同士の間隔を“量子化された信号レベルもしくは信号レベル変化量”に対応させ、他方の信号列の隣接する“1”同士の間隔・あるいは“0”同士の間隔を“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”に対応させ、2 つの結果を合わせて多値信号列にする。まず、(1-1) の具体的な変調方式について図 5 を用いて説明する。

【0036】例えば通常の 2 値化信号列を 1-7 コードに変調後さらに多値信号列に再変調する場合を考える。1-7 コードに変調された信号は“1”が二回続く事が無い。従って“10”の信号の後に続く信号は“00”か“01”か“10”しか存在しない。この現象を利用

7

して“1”が最初に来る4桁の信号を一つのブロックとし、発生頻度の順に“1000”をA、“1001”をB、“1010”をCと量子化された信号レベル（多値レベル）に対応させる。

【0037】同様に2-7コードでは“100”の後には“000”か“001”か“010”か“100”しか来ない。従って“100000”をA、“100001”をB、“100010”をC、“100100”をDと量子化された信号レベル（多値レベル）に対応させることができる。さらに、2値化信号列の最初に“1”

【0038】ここで、1-7コードで“10001000”の様に再変調したときAAと同じレベルが続いた場合には、初めて繰り返した場合のみ繰り返しの信号レベルOを振り当てる。

【0039】例えば具体的な1-7コードの信号列、図5の（a）に対して再変調した信号の割振りを図5の（b）に示し、それに対応した多値の再生信号レベルを図5の（c）に示している。1-7コードの時点で信号の無い時のレベルをOに一致させている。従って何も信号が無いときから信号が開始された時はA、B、Cのいずれかになる。Aが長く続く時にはAOAOの繰り返しになる。

【0040】記録媒体1からの再生信号における多値レベルは穴あきによりビットを形成する記録膜の場合にはビットの幅により制御し、光磁気ディスクの場合には磁化率の量で制御し、相変化を利用している記録膜の場合には結晶化率または非晶率化の度合で制御し、多層記録膜の場合には記録された層の数で制御し、光磁気ディスクの場合には磁化率の量で制御することができる。いずれの場合でも記録時のレーザ光量や、記録パルス幅を変えることにより記録媒体1の記録膜上に多値信号を記録する。

【0041】次に、実際に(1-1)の変調方式を実行させるための変調回路41とレーザ制御回路14の構成例を図4との対応を示しながら、図6を用いて説明する。上記変調信号作成部61は、シフトレジスタ90、91、ゲート93、およびインバータ94、95によって構成されている。上記信号レベル切替りタイミング作成部62は、インバータ96によって構成されている。上記多値レベル値決定部63は、ROM97、およびゲート回路98、99によって構成されている。上記レーザ制御回路14は、ライトパワーレベル設定部（B）101、ライトパワーレベル設定部（C）102、リード電圧設定部103、スイッチ部としてのトランジスタT1、T2、電流設定部としてのトランジスタT3、T4、T5、および抵抗R1~R5によって構成されている。

【0042】このような構成により、1-7コードの2値化信号列がシフトレジスタ90に入力される。2値化

8

信号列の最初の“1”が端子QDに来た時、信号レベル切替りタイミング作成部62により信号レベル変化の切替り目を検出して、それを含んだ以後4ビットを複合信号としてブロック化する。その複合信号の最後の2ビットをシフトレジスタ7で捕らえて多値レベル決定部63へ送る。ROM97を用いて量子化された信号レベルを作成する。同一の信号レベルが続いた時にはOのレベルを割り当てる必要があるので前に設定した信号レベルを入力側に戻してある。図6におけるO状態は未記録状態を現している。BとCの記録レベルに対してそれぞれトランジスタT3、T5のスイッチングにより半導体レーザ発振器9に異なる電流を流す。Aの記録レベルに対しては両方の和の電流を流し半導体レーザ発振器9の発光量を最大レベルにする。

【0043】次に、図6に示す複合信号の復調方式に対する復調回路42の構成例を図3との対応を示しながら、図7を用いて説明する。上記信号波形変換部51は、ローパスフィルタ71、割算回路（またはAGC回路）72、ピーク検出回路73、ボトム検出回路74、77、および差分回路75、76によって構成されている。上記信号レベル切替りタイミング検出部52は、微分回路78、上限通過検知回路79、下限通過検知回路80、およびゲート回路81によって構成されている。上記多値レベル判定部53は、A/Dコンバータ82、およびROM83によって構成されている。上記信号合成部54は、シフトレジスタ84、モノマルチバイブレータ85、遅延回路86、およびインバータ87によって構成されている。

【0044】このような構成により、信号波形変換部51は、記録信号帯域より早い周波数を遮断するローパスフィルタ71を設けることにより、再生信号から信号レベル切替りタイミングを検出しようとした場合に、影響を受け安い、非常にパルス幅の狭いショットノイズの影響を除去することができる。

【0045】また、信号波形変換部51は、ピーク検出回路73、ボトム検出回路74、差分回路75により、再生信号の振幅を検出し、割算回路（またはAGC回路）72により再生信号の規格化を行うことにより、記録媒体1の記録膜の感度の変化や記録時の記録媒体1の表面上のゴミ、傷の影響による再生信号の振幅変化を補正する事ができる。

【0046】さらに、信号波形変換部51は、記録媒体1の記録膜の反射率のばらつきに対し、ボトム検出回路77の出力により検出した直流（DC）成分の変動量を、差分回路76を用いて補正することができる。

【0047】上記信号レベル切替りタイミング検出部52は、上記信号波形変換部51からの信号の微分回路78による微分値が、上限通過検知回路79と下限通過検知回路80により設定される所定の範囲を越えた際に、ゲート回路81から検出信号が出力される。

9

【0048】また、上記多値レベル判定部53は、上記信号波形変換部51からの信号の信号レベルをA/Dコンバータ82およびROM83により2値信号に戻して出力される。

【0049】上記信号合成部54は、上記信号レベル切り替わりタイミング検出部52からの検出信号がモノマルチパイプライン85、遅延回路86、およびインバータ87を介してシフトレジスタ84のロード端子に供給されている際に、上記多値レベル判定部53からの2値信号をシフトレジスタ84から2値化信号列として出力する。また、(1-2)の変調方式、復調方式は(1-1)の場合と同様であるので説明を省略する。

【0050】次に、(1-3)の変調方式について簡単に説明する。仮に図5のように量子化された信号レベルとして4値を考える。量子化された信号レベル変化の切り替わり目の間隔を2通りにすると両者を合わせると8種類の組合せになる。これを3ビットの2値信号に対応させる。つまり、3ビット毎に複合信号としてブロック化し、それを多値信号の組合せに対応させるものである。

【0051】また、他の実施例として(2)の変調方式について説明する。2-7コードの信号を記録媒体1上に記録した時の最大可能記録密度は“2”の間隔(1.5T間隔)に対して記録媒体1上で物理的にどれだけビットピッチ間隔を詰めて記録できるかにより制約を受け、ウィンドマージンは比較的に多い場合が多い。そのため多値記録を利用して基準周期Tに対する相対的な最小ビットピッチを広げるとというのが図8に示した実施例の特徴である。多値信号への変調前の2-7コード信号の時、“0”の続く数を $n$  ( $2 \leq n \leq 7$ )とすると、 $n \leq 4$ の時；量子化された信号レベルの変化量1レベルの変化分

信号レベル変化の切り替わり目間隔  $n + 3$

$n \geq 5$ の時；量子化された信号レベルの変化量2レベルの変化分

信号レベル変化の切り替わり目間隔  $n$

となるように多値信号に変換(変調)する。

【0052】つまり2-7コードの信号で“0”の間隔が広いところはそのままにして、“0”の間隔が狭いところでは多値信号を利用して“0”の間隔を広げている。また、このときのレベル数 $L$ としては図8に示した実施例では3値( $L=3$ )に取ってある。

【0053】図8の(a)の様な2-7コード信号に対し、図8の(b)のように“0”の数を調べ、上の規則にしたがって量子化された信号レベルの変化量と信号レベル変化の切り替わり目間隔を設定する図8の(c)。図8の実施例では信号レベルの変化量を情報に使っている。

【0054】したがって、変化後の信号レベル値は図8の(d)のように変化量を逐次加算して行ったときの累計値を $L$ 進法(図8では3進法)で現したときの1桁目の値に相当する。その結果、記録媒体1に情報を記録し

10

たときの再生信号(上記加算機30a、30bの出力により得られる)は図8の(e)のようになる。

【0055】以上示した変調方式を実現するための変調回路41の構成例を図4との対応を示しながら、図9を用いて説明する。上記変調信号作成部61は、RAM110、アドレス指定用カウンタ111、シフトレジスタ112、122、カウンタ113、114、インバータ115、119、121、およびゲート回路116、117、118、120によって構成されている。上記信号レベル切り替わりタイミング作成部62は、シフトレジスタ122、ゲート回路123、およびフリップフロップ回路124によって構成されている。上記多値レベル値決定部63は、加算器125、2進から3進への変換用のROM126、およびD/Aコンバータ127によって構成されている。

【0056】このような構成の変調回路41のポイントは、多値レベル値決定部63で加算器125を利用して信号情報を信号レベル変化量に変換させ、変調信号作成部61でシフトレジスタ112により信号を転送させる時の基準クロックを途中で止めることにより信号のタイミングを変化させる2つの点である。

【0057】まず、2値化信号列(2-7コード)のデータをRAM110に蓄えておく。そのデータをシフトレジスタ112、122を使って逐次取り出す。2-7コード信号列のうち“1”がシフトレジスタ122のQHにきた時、その後の5ビットの中に“1”があるかを判定し、もしある場合には“01”(信号レベル変化量が1)としてフリップフロップ回路124を介して加算器125に入力される。また、5ビットの中に“1”が無い場合には“10”(信号レベル加算量が2)として加算器125に入力される。

【0058】加算器125では加算される前の状態が端子B1、B2に入力されている。加算後の値はレベル数 $L$ に対応して $L$ 進数(図9の場合には3進数)にROM126を介して変換された後、D/Aコンバータ127を用いて記録パワーの設定に利用される。

【0059】2-7コードの信号列のうち“1”がシフトレジスタ122のQHにきた時、その後の5ビットの中に“1”が無い場合にはそのまま信号レベル切り替わり目のタイミングに利用される。これに対して、後の5ビットの中に次の“1”がきた場合にはRAM110からのデータ転送を3クロック分だけ止めて、次の“1”が来るまでの間隔を広げる。

【0060】カウンタ114は通常 $QA = QB = “0”$ の状態では止まっている。エンベロープ端子ENが“0”になるとカウントを開始し、再度 $QA = QB = “0”$ の状態になるまでカウントを続ける。

【0061】次に、図8に示す変調方式に対応した復調回路42の構成例を図3との対応を示しながら、図10



11

を用いて説明する。上記信号レベル切替りタイミング検出部52は、タイミング検出用アンプ130、および絶対値回路131によって構成されている。上記多値レベル判定部53は、アナログスイッチ132、135、レベル加算値検出回路134、サンプルホールド回路136、モノマルチバイブレータ137、およびシフトレジスタ138によって構成されている。上記信号合成部54は、A/Dコンバータ139ROM140、インバータ141、ゲート回路142、143、144、タイミング調整用カウンタ145、シフトレジスタ146、およびRAM147によって構成されている。

【0062】このような構成の復調回路42の大きなポイントは、量子化した後の再生信号変化量をD、レベル数をL、信号レベル変化による信号情報値（変調時の信号レベル変化位置でのレベル加算値）をA<sub>d</sub>とした時

A<sub>d</sub> = “L + D”  
の値をL進数表示したときの1桁目の値と言う関係を利用してA<sub>d</sub>の値を求める。求めたA<sub>d</sub>の値に対応してシフトレジスタのシフトを一時的に止めて信号のタイミングの整合を取る。と言うところにある。

【0063】まず、始めに信号レベル切替りタイミング検出部52の機能について説明する。図7と同じような回路構成を持った信号波形変換部51を通過した信号をタイミング検出用アンプ130の反転端子側130aに入力し、それに対しわずかに応答を遅らせた信号を非反転端子130bに入力する。両者の信号波形の関係は図11の(a)のようになる。この図11の(a)からわかるように信号レベルの切替り目の所で両者の値の差が大きくなる。

【0064】この差がある範囲を越えるとタイミング検出用アンプ130に付いているダイオードD1かD2がショートの状態になり、タイミング検出用アンプ130のゲインが急に大きくなる。この結果、タイミング検出用アンプ130の出力がパルス状に近い形になる。

【0065】さらに、その信号を絶対値回路131を通すことにより図11の(b)の様な波形を得ることができる。この信号を利用して基準クロックの1クロック分のパルスをモノマルチバイブレータ137で作る。このパルスがシフトレジスタ138、146を通過してRAM147に記録される。

【0066】その間に、このパルスがシフトレジスタ138のQBを通過する時、図12の(b)のタイミングで信号レベル切替り量をレベル加算値検出回路134により検出させ、上記パルスがシフトレジスタ138のQCを通過する時、図12の(c)のタイミングで次の信号レベル切替り時の比較用切替り前の信号のサンプルホールドをサンプルホールド回路136で行う。なお、図12の(a)は信号波形変換部51の通過直後の信号波形を表し、斜線を引いた矢印の大きさが信号レベル切替りによるレベル変化量を表している。

12

【0067】図8から明らかなように信号レベル量が増加するときはその増加量がそのまま信号レベル変化による信号情報値（変調時の信号レベル変化位置でのレベル加算値）A<sub>d</sub>を表している。信号レベル量が減少しているときには“3-減少量”が信号情報値A<sub>d</sub>を表している。この関係を一般化するとレベル数L、再生信号変化量Dに対して

A<sub>d</sub> = L + D（ただしL進数の1桁目の値）

の関係がある。この演算をレベル加算値検出回路134でアナログ的に行っている。

【0068】また、レベル数Lの値を基準信号発生部133で作っている。A/Dコンバータ139の出力は2進数になっているが、それをROM140でL（図10では3）進数の1桁目の値に変換している。その出力が“1”の時はタイミング調整用カウンタ145により基準クロックの3クロック分、シフトレジスタ146のシフトを止めて2進法の2-7コードの信号に戻す。

【0069】また、他の実施例として(3)の変調方式について、図13を用いて説明する。すなわち、複数ビット毎にグループとしてまとめ、各グループの信号を“量子化された信号レベルもしくは信号レベル変化量”と“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”の組合せに変換する。

【0070】この場合、図13では3ビット毎にグループ化し、各グループ内の最初の1ビット目を“量子化された信号レベル量”に対応させ、後の2ビットを“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”に対応させている。

【0071】また、他の応用例を図14を用いて説明する。図14では、16ビット毎にグループ化している。さらに、8ビット間隔で2ビット毎にペアを作り、各2ビットペアの4通りの組合せに対し、“量子化された信号レベル量”と“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”を交互に対応させている。

【0072】図13の変調方式に対する変調回路41の構成例を図4との対応を示しながら、図15を用いて説明する。上記変調信号作成部61は、RAM150、アドレス更新用カウンタ151、153、シフトレジスタ152、154、インバータ155、カウンタ156、およびゲート回路157、158、159によって構成されている。上記信号レベル切替りタイミング作成部62は、加算器160、カウンタ161、FF回路162、およびカウンタ163によって構成されている。上記多値レベル値決定部63は、ROM164、およびD/Aコンバータ165によって構成されている。

【0073】このような構成の変調回路41のポイントは、2値化信号列をシフトレジスタ154に入力し、特定周期毎にシフトレジスタ154の出力端子の信号を読み取り、“信号レベル量”と“信号レベル変化の切替り目の間隔”に変換し、加算器160とカウンタ161に

## 13

より“信号レベル変化の切替り目の間隔”を作り出すことにある。事前に2値化信号列をRAM150に入力しておく。信号変調時に取り出された2値化信号列はシフトレジスタ152、154を通過する。

【0074】3ビット毎に信号を読み取り、シフトレジスタ154の出力端子QHから信号レベル値を設定し、端子QFと端子QGから信号レベル変化の切替り目の間隔を設定する。

【0075】始め“11”の値を設定しておき、端子QFと端子QGの値を加算器160で加算する。その結果を、カウンタ161にロードし、（ロードしたときのDの値は“0”に設定しておく）端子QDが“1”になるまでカウンタを動かして信号レベル変化の切替り目の間隔を設定する。その間、RAM150から出力される2値化信号列の転送タイミングをカウンタ156により調整している。

【0076】次に、図13に示す変調方式に対応した復調回路42の構成例を図16を用いて説明する。上記信号レベル切替りタイミング検出部52は、微分回路170、173、タイミング検出回路171、絶対値回路172、比較器174、175、およびゲート回路176によって構成されている。上記多値レベル判定部53は、基準信号発生部177、178、比較器（コンパレータ）179、180、およびROM181によって構成されている。上記信号合成部54は、シフトレジスタ182、185、エンコーダ183、アドレスカウンタ184、RAM186、3ビット信号／8ビット信号変換回路187、およびRAM188によって構成されている。

【0077】このような構成の復調回路42のポイント30は、比較器（コンパレータ）179、180により多値信号レベルの判定を行っており、また信号を微分回路170、173で2回微分して信号レベル変化の切替り目の検出を行っているところにある。

【0078】すなわち、多値レベル判定部53では基準信号発生部177、178で異なる基準信号を発生させ、それと信号波形変換部51の出力信号とを比較器179、180により比較し、量子化された多値の信号レベル値を判定している。

【0079】信号レベル切替りタイミング検出部52では信号波形変換部51の出力信号の2回微分値が0クロスする位置と1回微分した値が所定のしきい値を越えた位置の重なったところで信号レベルが切替ったと判定している。つまり微分回路170の出力がタイミング検出回路171の非反転入力端子の所でダイオードD3、D4の順方向電圧を越えるとショートに近い状態になりゲインが急激に増大する。

【0080】この信号を絶対値回路172に通すことによりTTLレベルの検出信号が得られる。また、微分回路173の出力を再度微分回路173に通すと2回微分50

## 14

したことになる。この値に対し上限と下限を規定した比較器174、175で判定し、上限と下限の範囲内に入っている時を検出する。

【0081】そして、ゲート回路176（アンド）により全ての条件を満たした時のみを信号レベルの切替り目と判断する。図13の（b）から明らかなように、始めの“1”から次の“1”までの間の“0”の数が“n”の時、変調前の2値信号の値は“6-n”となる。

【0082】したがって、シフトレジスタ182の出力端子QGに“1”が来たとき次の“1”がQA、QB、QCのうちどこにくるかをエンコーダ183で判定することにより、変調前の2値信号値を決定することができる。

【0083】次に、他の実施例として（4）の変調方式について説明する。図17の（a）に示したように2値化信号列を複数ビット毎にブロックに分けそれぞれをX、Yのように繰り返しラベル名をつける。

【0084】Xブロックに対しては2値信号のマーク長記録のように量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔を変化させる。図17では2値化信号列に対してMFM変調を行っている（図17の（b））。Yブロックに対しては2値化信号列を量子化された信号レベル変化量の列に変換する。その後、図17の（e）の様に両者の信号を組み合わせて多値信号列にする。

【0085】Yブロックに対してMFM変調を行った場合、反転間隔は1T、1.5T、2Tの3種類存在する（図17の（c））。その反転間隔に対して1、2、3の多値信号レベル変化量を対応させる（図17の（d））。

【0086】図17の変調方式の場合、信号レベル数しが「4」であるので、レベル変化量を加算した結果が4を越えるときには、4進数の下1桁の値を信号レベル値にしている（図17の（e））。

【0087】次に、図17の変調方式に対する復調回路42の構成例を図3との対応を示しながら、図18を用いて説明する。上記信号レベル切替りタイミング検出部52は、遅延回路190、差分回路191、基準信号発生部192、レベル加算値検出回路193、アナログスイッチ194、サンプルホールド回路195、およびA/Dコンバータ196によって構成されている。上記多値レベル判定部53は、4進／2進変換用ROM197、遅延回路198、差分回路199、タイミング検出用アンプ200、および絶対値回路201によって構成されている。上記信号合成部54は、モノマルチバイブレータ202、シフトレジスタ203、メモリバッファ204、信号合成器205、ROM206、加算器207、デコーダ208、シフトレジスタ209、210、メモリバッファ211、インバータ212、215、およびゲート回路213、214によって構成されている。

15

【0088】このような構成の復調回路42のポイントは、遅延回路198、190を用いて信号レベル切替りタイミング検出と多値レベル（変化量）判定を行っている（それぞれの遅延回路198、190の遅延時間は異なっている。）ことにある。

【0089】信号レベル切替りタイミング検出部52は、遅延回路198とその出力信号を用いた差分回路199を用いたことを除けば図10の信号レベル切替りタイミング検出部52とほぼ類似した回路構成を持っている。

【0090】すなわち、信号波形変換部51から出力された信号の変化の状態に対し、遅延回路198を用いてその信号の位相を遅らせた信号との間の差の変化を考えてみる。信号レベルが一定の時には差の値はほぼ0に近い値を示すが、信号レベルの切替り目では信号レベルが急変するので差の値は急に大きくなる。その差の値が特定値（ダイオードD5、D6の順方向電圧値）を越えると信号レベル切替りタイミングとして検知する。

【0091】多値レベル判定部53では、信号波形変換部51から出力された信号を差分回路191の反転入力側に入れ、遅延回路190を用いて信号レベル切替り前の信号を非反転入力側に入れることにより、信号レベル切替り前後の信号レベル変化量を検出している。この信号は信号レベル切替りタイミング検出部52で検出された信号レベル切替りタイミングに合わせて（シフトレジスタ203の端子QBからの出力信号に同期して）サンプルホールド回路195で保持される。他の部分は図10に示した多値レベル判定部53と同じ原理を使っている。

【0092】MFM変調コードの場合、反転間隔は1T、1.5T、2Tの値を取る。図18の復調回路42では量子化された信号レベル変化量として1、2、3の値を取ることで、加算器207のB側入力値に“1（B1=1、B2=0）”を設定して各信号レベル変化量に加算することにより、加算後の値として2、3、4（MFM変調コードの反転間隔1、1.5、2の2倍）の値を取らせることができる。

【0093】そこで得られた値に対し、デコーダ208とシフトレジスタ209によりMFMコードの2値化信号列に戻すことができる。信号レベル切替り目の間隔で記録されていた情報と多値の信号レベル変化量で記録されていた情報を信号合成器205により合成する。

【0094】上記したように、光ディスク等の記録媒体上の記憶容量を向上させることができる。すなわち、光ディスク上に穴を開けるなどのビットを記録する場合、従来は、物理的に可能なビット間の最小間隔が決ってしまい、そのためチャンネルビットの“1”と次にくる“1”との間の物理的な最小距離が定まり、光ディスクの総記憶容量が決定されてしまう。これに対してこの発明の変調方式によれば2値信号列（（1-7）コード）

16

に戻したときの複合信号の最小単位間の最小距離（物理的には光ディスク上での一つのビットのエッジ間距離に対応する）が従来に対して大きくなっており、その割合だけ記録容量を向上させることができる。

【0095】

【発明の効果】以上詳記したようにこの発明によれば、記録媒体上の記録容量を向上させることができる記録再生装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】この発明の一実施例に係るディスク装置の回路構成を示すブロック図。

【図2】図1の実施例における変調方式による変調後の信号列を示す波形図。

【図3】図1の実施例における復調回路の回路構成を示すブロック図。

【図4】図1の実施例における変調回路の回路構成を示すブロック図。

【図5】図1の実施例における2値化信号列から多値信号への変調方式を説明するための図。

20 【図6】図1の実施例における変調回路とレーザ制御回路の具体的な構成例を示す回路図。

【図7】図1の実施例における復調回路の具体的な構成例を示す回路図。

【図8】他の実施例における2値化信号列から多値信号への変調方式を説明するための図。

【図9】図8の実施例における変調回路とレーザ制御回路の具体的な構成例を示す回路図。

【図10】図8の実施例における復調回路の具体的な構成例を示す回路図。

30 【図11】図8の実施例における復調回路の信号レベル切替りタイミング検出部の検出原理を説明するための図。

【図12】図8の実施例における復調回路の多値レベル判定部の判定原理を説明するための図。

【図13】他の実施例における2値化信号列から多値信号への変調方式を説明するための図。

【図14】他の実施例における2値化信号列から多値信号への変調方式を説明するための図。

40 【図15】図13の実施例における変調回路の具体的な構成例を示す回路図。

【図16】図13の実施例における復調回路の具体的な構成例を示す回路図。

【図17】他の実施例における2値化信号列から多値信号への変調方式を説明するための図。

【図18】図17の実施例における復調回路の具体的な構成例を示す回路図。

【符号の説明】

1…記録媒体、8…光検出器、9…半導体レーザ発振器、19…信号処理回路、40、41…変調回路、42、43…復調回路、44…記録信号作成回路、51…

50

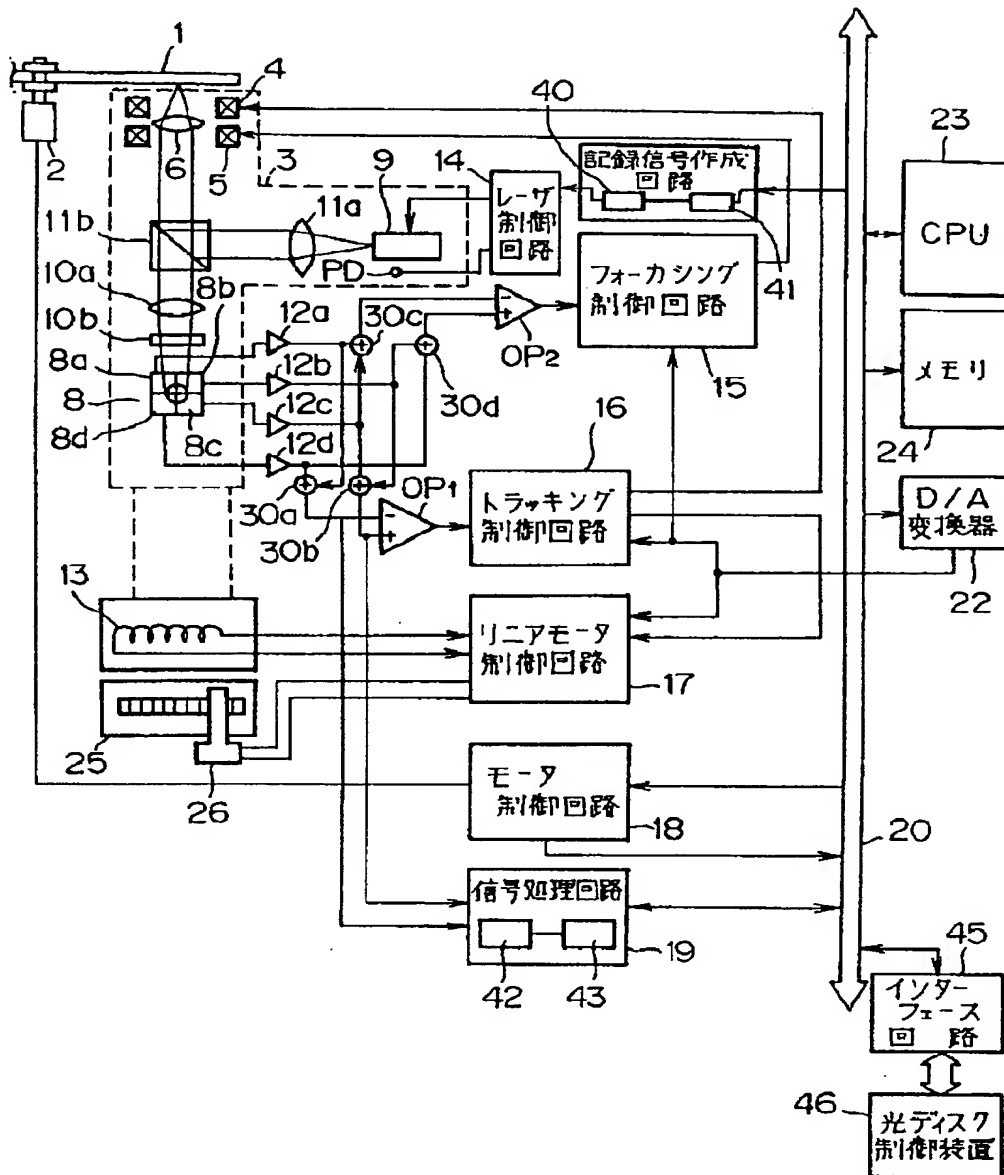
17

18

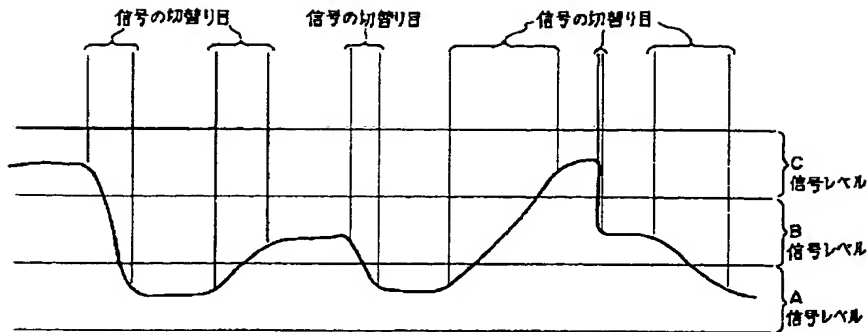
信号波形変換部、5 2…信号レベル切り替りタイミング検  
出部、5 3…多値レベル判定部、5 4…信号合成部、6 \*

\* 1…変調信号作成部、6 2…タイミング作成部、6 3…  
多値レベル値決定部。

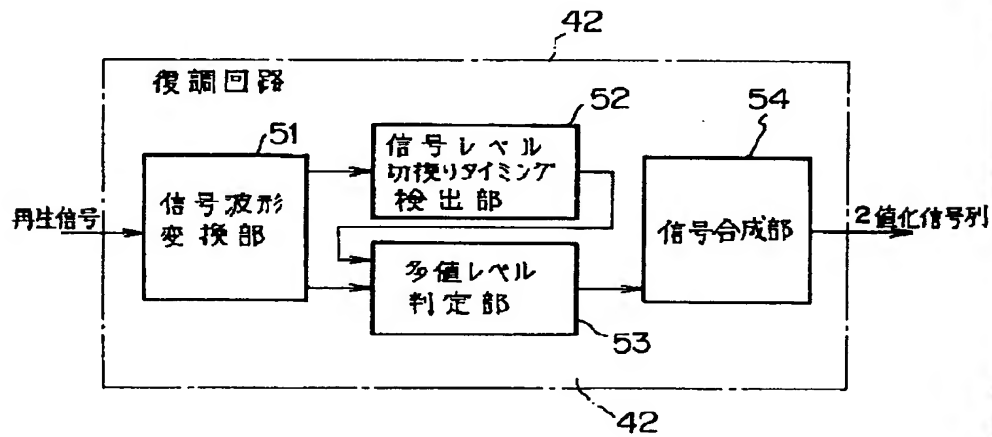
【図1】



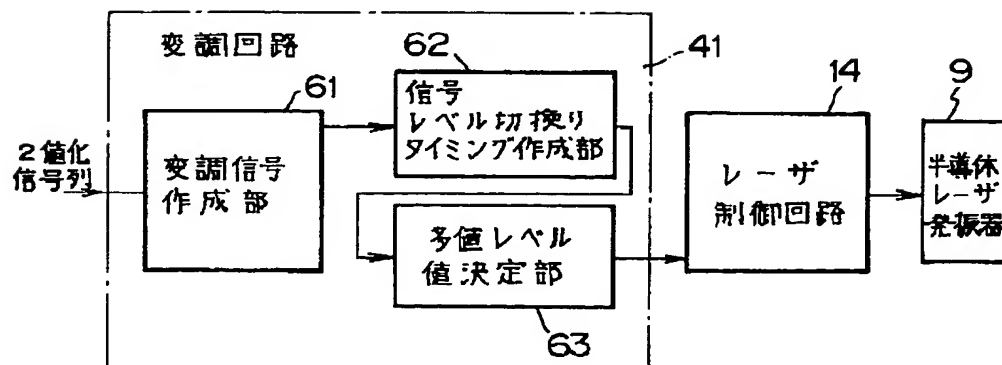
【図2】



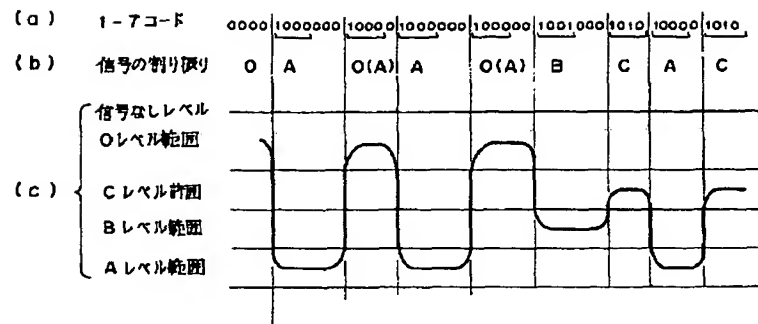
【図3】



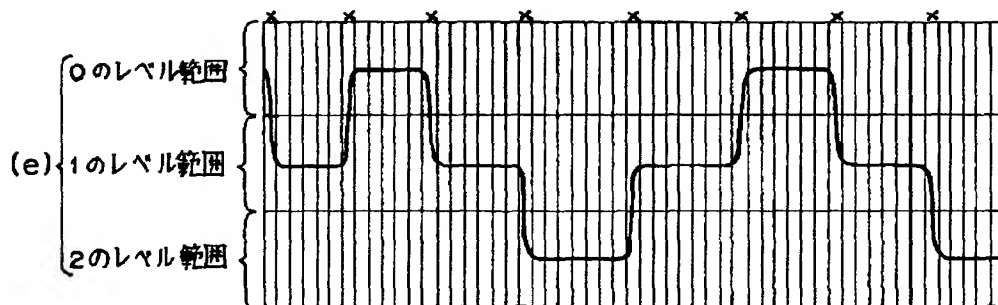
【図4】



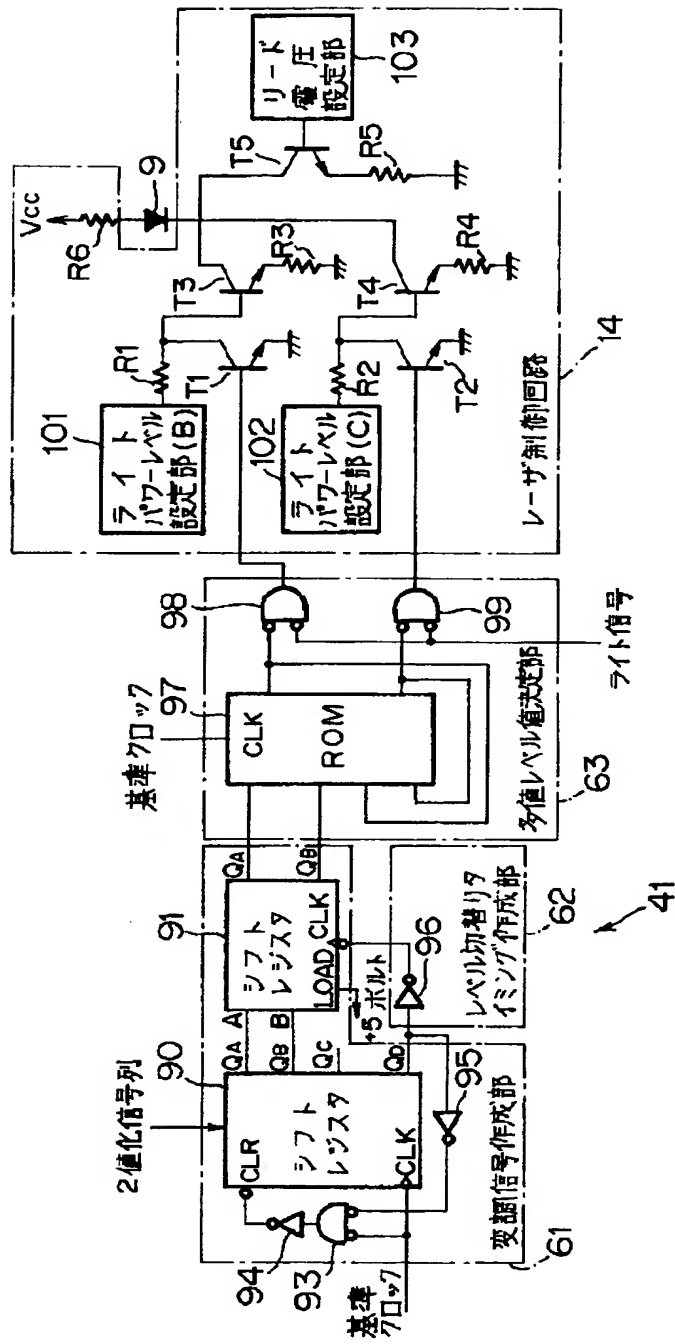
【図 5】



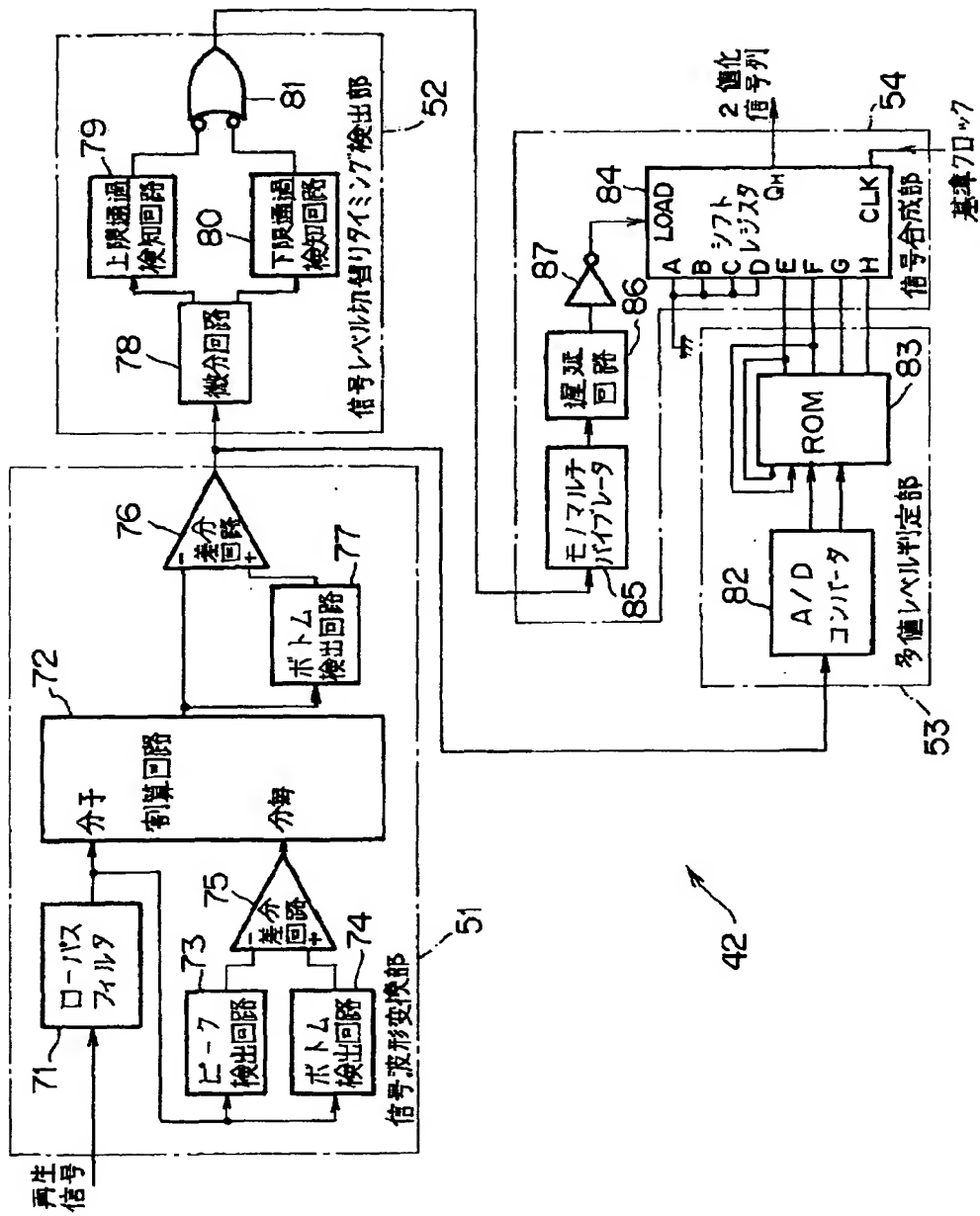
【図 8】



【図6】

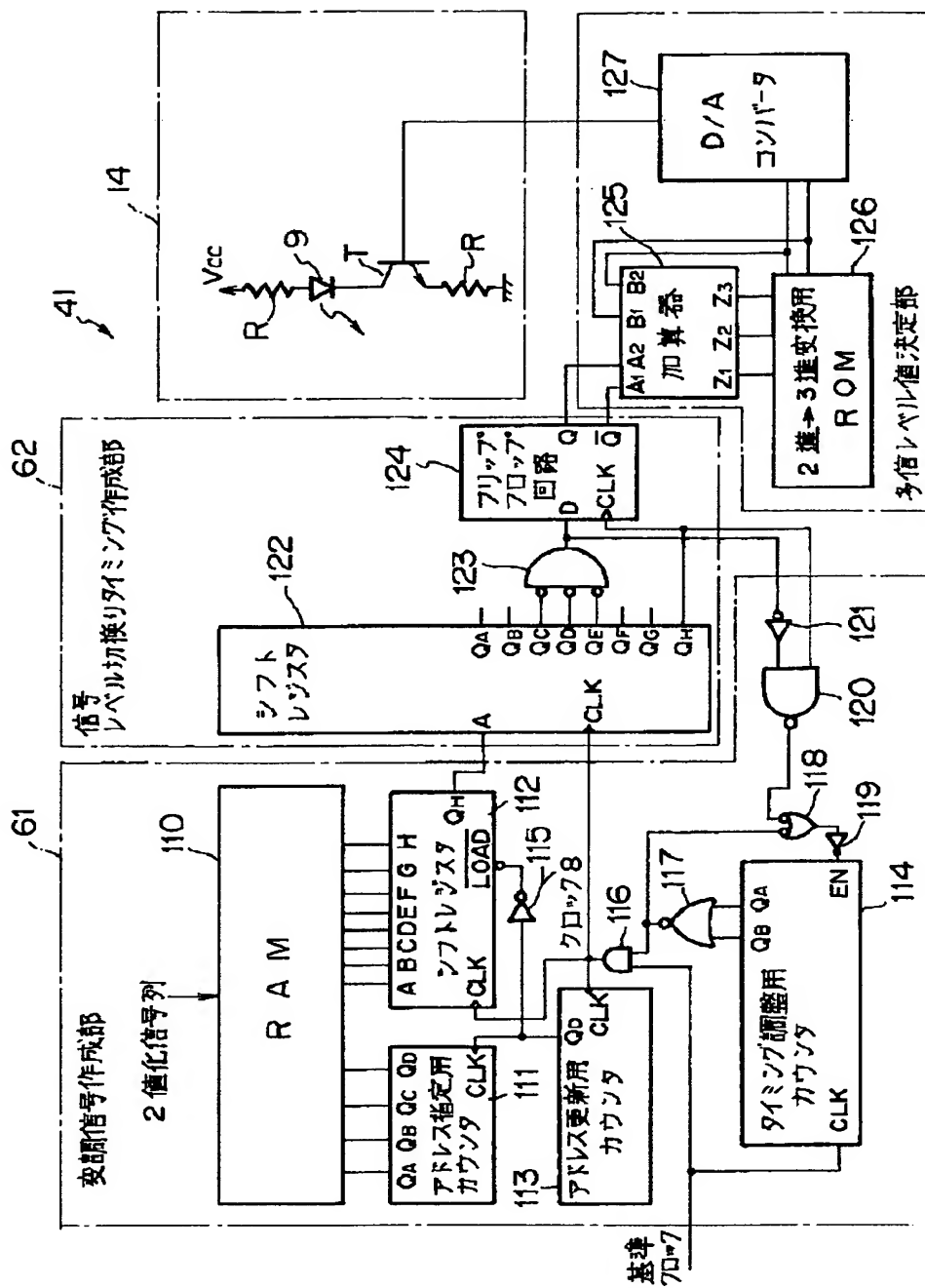


【図7】

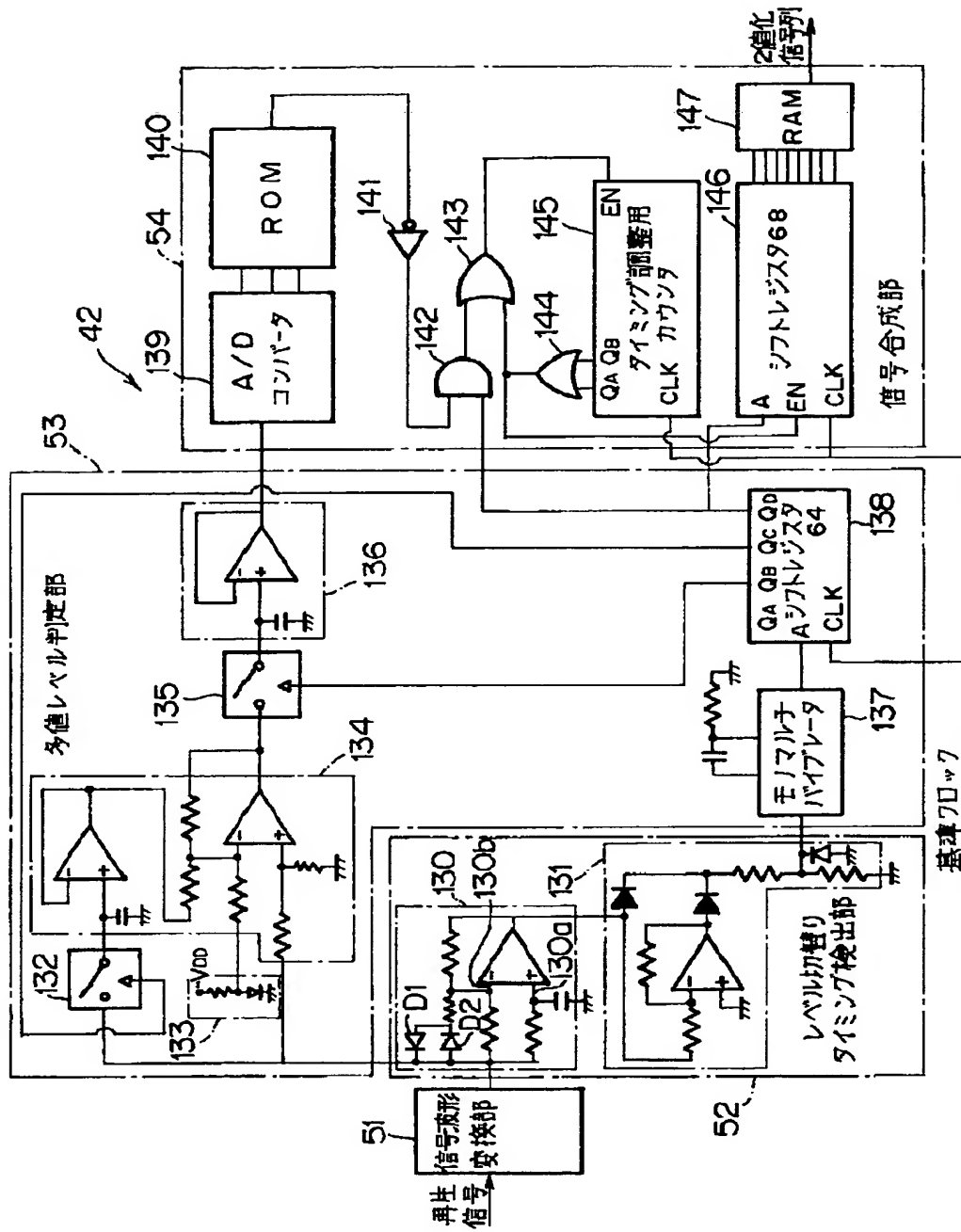




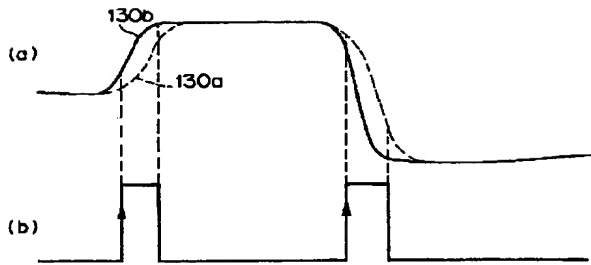
【図 9】



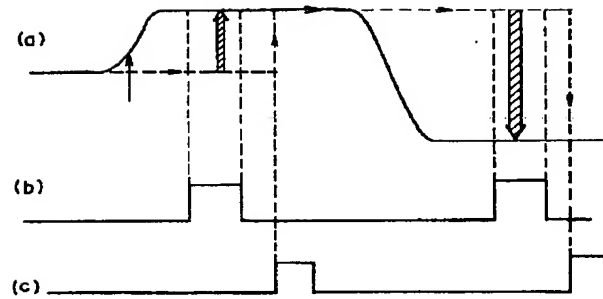
【図10】



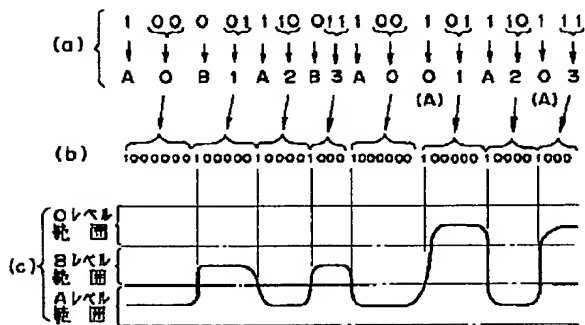
【図11】



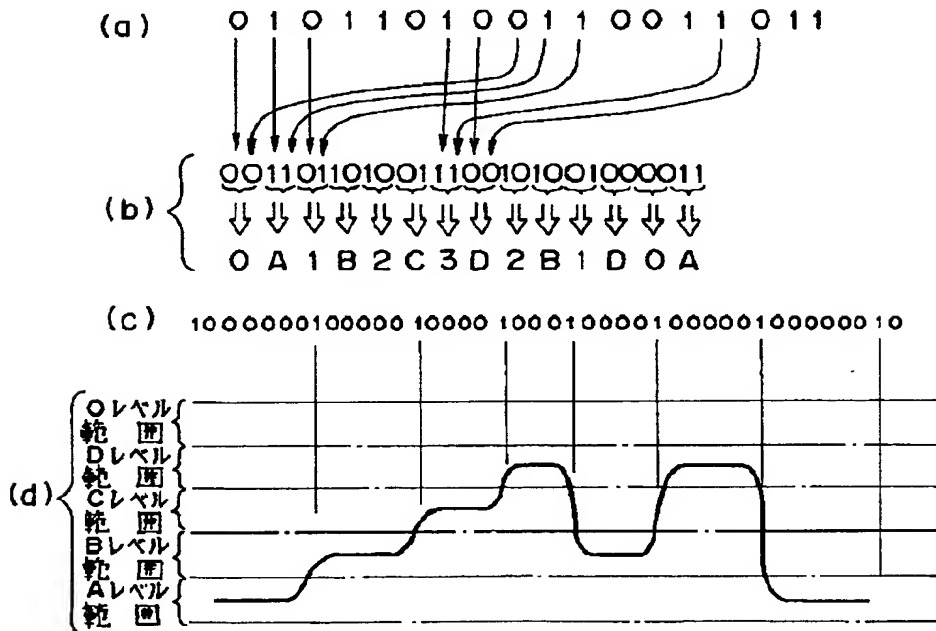
【図12】



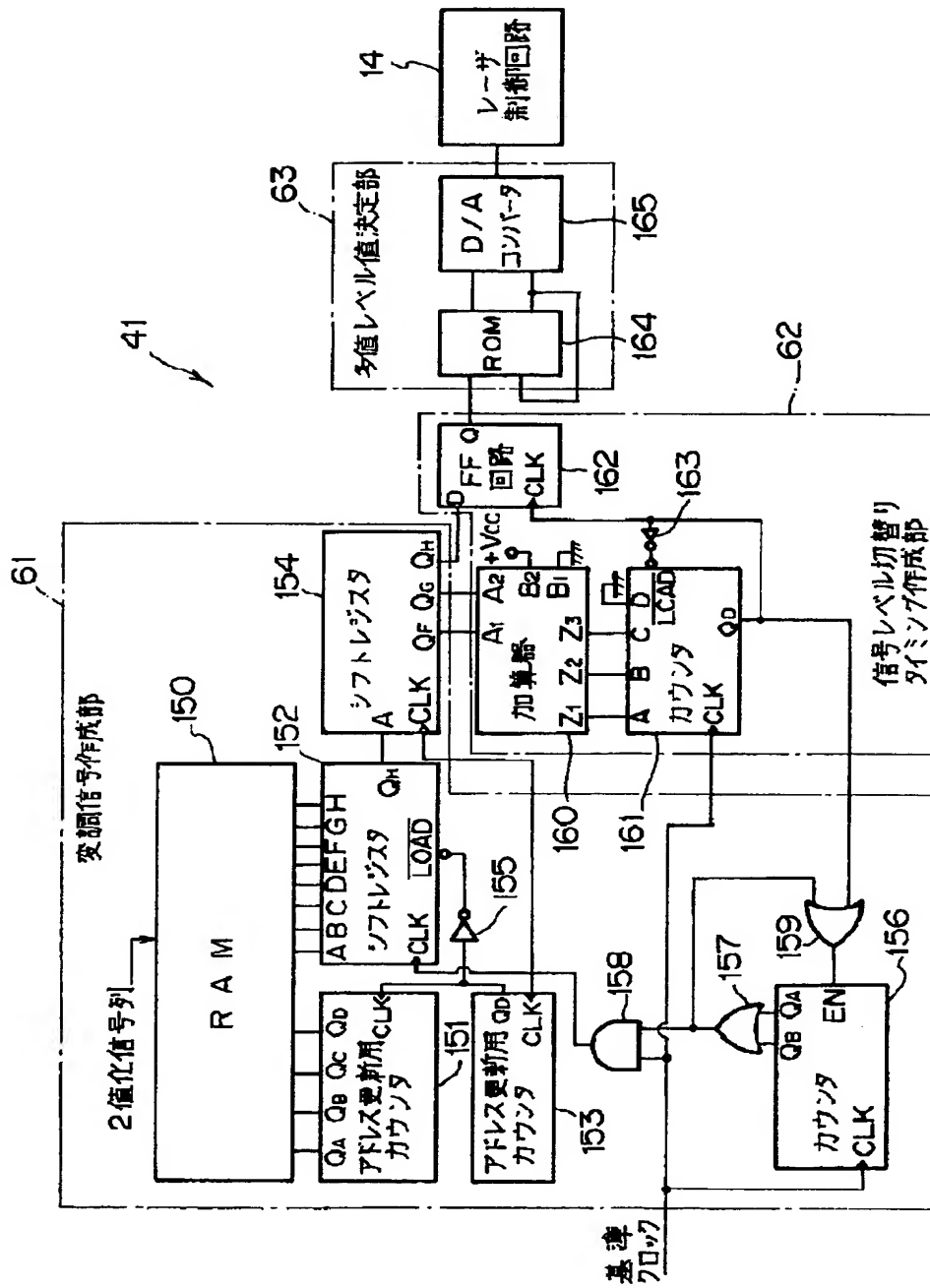
【図13】



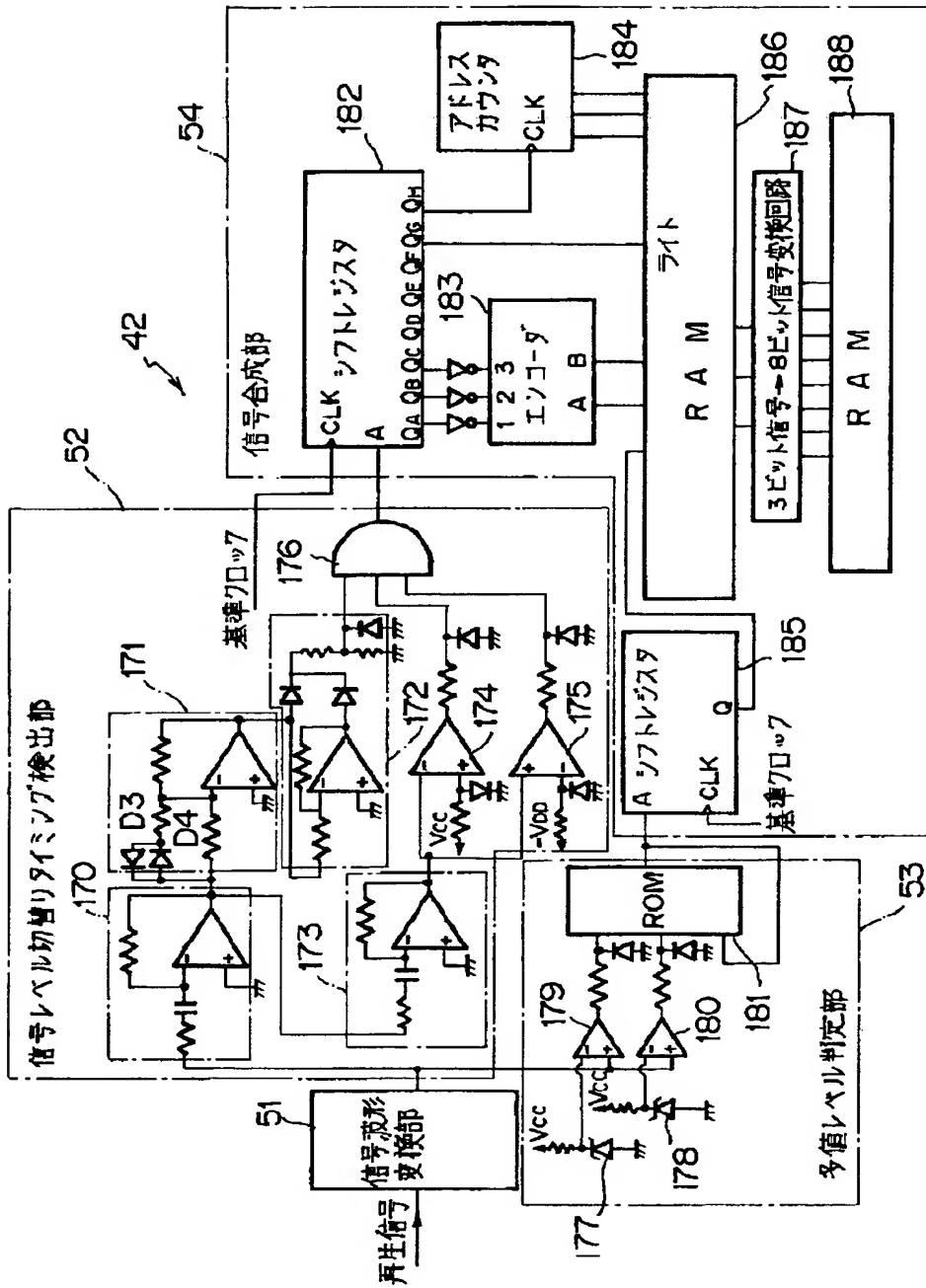
【図14】



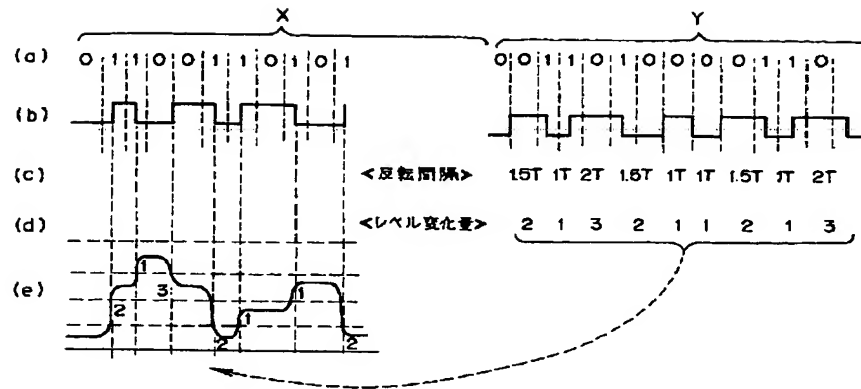
【図15】



【図16】



【図17】



51

